

## Nanopartículas de prata no controle de *Listeria* spp. e potencial de utilização em frango desfiado

*Silver nanoparticles in the control of Listeria spp. And potential for use in shredded chicken*

Tássia Estevão Oliveira Furtado<sup>1</sup>, Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto<sup>2</sup>, Augusto Aloísio Benevenuto Júnior<sup>3</sup>, Maurílio Lopes Martins<sup>4</sup>, André Narvaes da Rocha Campos<sup>5</sup>, Aurélia Dornelas de Oliveira Martins<sup>6</sup>, Mariana Silva Coelho<sup>7</sup>.

### RESUMO

A carne de frango é uma das mais consumidas no mundo. Falhas no processamento podem torná-las veículos para doenças, nas quais *Listeria* spp. pode estar envolvida. O emprego de antimicrobianos no processamento é uma alternativa para o controle microbiano. Considerando que Nanopartículas de prata (NPAG), apresentam potencial de aplicação na indústria alimentícia o presente trabalho objetivou avaliar sua utilização no controle de *Listeria* spp. em frango desfiado. Avaliou-se o efeito antimicrobiano *in vitro* NPAG, frente a estirpes de *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua* e *Listeria ivanovii*, empregando-se técnica de avaliação da sensibilidade, e também o efeito de sua utilização direta em frango cozido desfiado. Na avaliação *in vitro* a concentração de NPAG mais efetiva foi de 10mg/L, sendo *L. innocua* a estirpe mais resistente, a qual foi inoculada ao frango cozido e desfiado, simulando uma pós-contaminação. Além da concentração de 10mg/L avaliou-se também o efeito da concentração de 6,5mg/L. Embora não tenha sido verificada total eliminação de *L. innocua*, as NPAG promoveram uma redução na taxa de desenvolvimento até o quarto dia de armazenamento refrigerado, demonstrando potencial de utilização e indicando a necessidade de estudos que evidencie a possibilidade de sua utilização para o aumento da vida de prateleira dos produtos.

**Palavras-chave:** Segurança microbiológica. Carne processada. Patógeno.

### ABSTRACT

Chicken meat is one of the most consumed in the world. Failures in processing can make them vehicles for diseases, in which *Listeria* spp. may be involved. The use of antimicrobials in processing is an alternative for microbial control. Considering that silver nanoparticles (NPAG) have potential for application in the food industry, the present work aimed to evaluate their use in the control of *Listeria* spp. in shredded chicken.

**Keywords:** Microbiological Safety. Processed meat. Pathogen. The *in vitro* antimicrobial effect of NPAG was evaluated against strains of *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua* and *Listeria ivanovii*, using a sensitivity assessment technique, and also the effect of its direct use on shredded cooked chicken. In the *in vitro* evaluation, the most effective NPAG concentration was 10 mg/L, with *L. innocua* being the most resistant strain, which was inoculated to cooked and shredded chicken, simulating post-contamination. In addition to the concentration of 10mg/L, the effect of the concentration of 6.5mg/L was also evaluated. Although the total elimination of *L. innocua* was not verified, NPAG promoted a reduction in the rate of development up to the fourth day of refrigerated storage, demonstrating potential for use and indicating the need for studies that highlight the possibility of its use to increase life. product shelf.

**Keywords:** Microbiological safety. Processed meat. Pathogen

<sup>1</sup> Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, MG Brasil. <https://orcid.org/0009-0009-2277-4713> E-mail: [tassiaeofurtado@gmail.com](mailto:tassiaeofurtado@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutora em Produção Vegetal /Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-9761-0942>

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-4276-7141>

<sup>4</sup> Doutor em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-8494-0873>

<sup>5</sup> Doutor em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-3379-871X>

<sup>6</sup> Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-0664-7492>

<sup>7</sup> Doutora em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil. <https://orcid.org/0009-0000-8591-8766>

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os abatedouros desempenham papel crucial no desenvolvimento econômico, gerando 4,1 milhões de empregos diretos e indiretos e mais de 100 mil famílias engajadas em um modelo de produção integrada. Este modelo além de preservar os trabalhadores no campo, agrega valor na alimentação humana, por meio da produção de carnes de frango e suína, juntamente com os ovos, as três proteínas mais consumidas no país (ABPA, 2020).

Apesar de sua importância como fonte de proteínas, falhas no processamento, durante a produção de carne e produtos cárneos, podem favorecer sua contaminação microbiológica promovendo a deterioração, redução do prazo de validade e perdas econômicas, o que se caracteriza em um grande desafio à segurança de alimentos dentro das indústrias (DAS et al., 2019).

Sendo sensível à pasteurização, *Listeria sp.* geralmente entra em contato com produtos alimentícios pós tratamento térmico, no ambiente de processamento de alimentos, sendo um problema, principalmente, para os produtos prontos para consumo, pois geralmente não existe outra etapa de eliminação do patógeno entre a produção e o consumo. Embora mais frequentemente isolado de drenos de piso, esteiras transportadoras e áreas com condensação, *L. monocytogenes* também foi detectado em cubas de queijo e máquinas de envase, o que possibilita a contaminação pós-pasteurização (SKANDAMIS, 2022; JORDAN; MCAULIFFE, 2018).

Os produtos cárneos podem ser contaminados por microrganismos durante a manipulação e o processamento. Após ter sido contaminada, a carne oferece condições para que os microrganismos se multipliquem, tornando-se um potencial veiculador de bactérias patogênicas e uma ameaça à saúde do consumidor através de doenças conhecidas como DTA's (Doenças Transmitidas por Alimentos), definidas como doenças originadas pela ingestão de alimentos e/ou água que contenham agentes contaminantes. (SANTOS, 2021).

A presença de *Listeria spp.* em alimentos pode indicar falhas nas condições higiênico-sanitárias relacionadas ao processamento, uma vez que esta espécie está amplamente distribuída na natureza, no solo, água, vegetação, fezes de animais saudáveis, incluindo humanos, esgoto, resíduos de abatedouros, ração animal, frango resfriado e congelado (CUFAOGLU, AMBARCIOGLU, AYZAZ, 2021; SILVA et al., 2018).

Estudos mostram que a carne de frango e produtos cárneos são fontes de *Listeria monocytogenes*. Mamber et al. (2020) verificaram, em estudos conduzidos durante 12 anos, que além da alta taxa de persistência de *L. monocytogenes* no ambiente industrial, produtos prontos para consumo, derivados de carne de aves, são os que apresentam maior possibilidade de contaminação por este microrganismo.

Rothrock et al. (2019) também afirmam que os sistemas convencionais e alternativos para produção e processamento de aves são as principais fontes de contaminação por *L. monocytogenes* em alimentos.

Com a crescente globalização, a oferta e distribuição de alimentos tornaram-se cada vez mais intensas, agravando a possibilidade de propagação, mesmo em nível internacional, de produtos contaminados. Assim, o controle e a regulação de *L. monocytogenes* em carnes prontas para consumo é um grande desafio para os fabricantes e órgãos governamentais (ZHANG et al., 2021).

De acordo com dados obtidos pelo CDC (Centers for Disease Control and Prevention), que monitora a incidência dos principais patógenos de origem alimentar em 10 estados dos Estados Unidos, constata-se que apesar da reduzida incidência (0,3%) de *L. monocytogenes*, a doença está relacionada a um alto índice de internação (98%), sendo também relevante o número de letalidade (16%), reafirmando a necessidade de atenção para este patógeno (TACK et al., 2020)

Na busca constante por um agente que possa auxiliar o controle microbiano nas etapas do processo, é importante destacar as Nanopartículas de Prata (NPAg), por apresentarem alto potencial de aplicação na indústria alimentícia, saúde humana, meio ambiente por apresentarem capacidade de inibir muitas bactérias patogênicas e deterioradoras (RODRÍGUEZ-FELIX, 2021; JAVED et al., 2021).

Uma importante e considerável característica das NPAg é sua estabilidade e baixa reatividade, fazendo assim com que seja considerada uma importante inovação no ramo da nanotecnologia (DHAKA et al., 2023).

Devido à possibilidade de contaminação pós-tratamento térmico, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a utilização das NPAg no controle de *Listeria sp.*, previamente inoculada em frango desfiado produzido em indústria de alimentos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba em parceria com uma empresa de alimentos da Zona da Mata mineira.

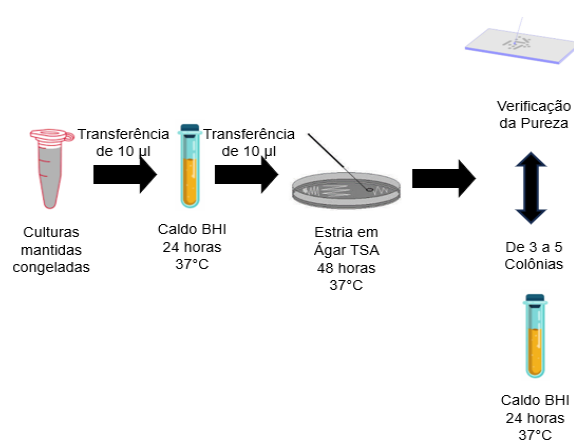
O experimento foi conduzido em três repetições, sendo as análises realizadas em duplicata.

### 2.1 Ativação das estirpes de *Listeria spp.*

O efeito antimicrobiano da prata coloidal foi avaliado sob três estirpes de *Listeria*, quais sejam, *L. monocytogenes* ATCC 19111, *L. innocua* ATCC 33090 e *L. ivanovi subsp. londoniensis* ATCC BAA-139, obtidas junto da empresa de alimentos parceira.

A ativação das estirpes foi realizada por meio de repicagem de 10 µL, com auxílio de alça descartável da marca laborcare, da cultura previamente descongelada, em Caldo Infusão Cérebro e Coração (BHI), da marca Merck, com incubação à 37 °C por 24h. Após este período, cada estirpe foi novamente, no volume de 10 µL, em estrias, em placas contendo Ágar Triptona de Soja (TSA), da marca Merck, seguido de incubação a 37 °C por 48h. Para avaliação da pureza do inóculo, foi realizada a coloração de Gram. Em seguida foram retiradas 3 a 5 colônias para incubação em Caldo BHI, para dar início aos testes com a prata coloidal, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Ativação das estirpes de *Listeria spp.*



Fonte: Autoria própria

## 2.2 Preparo de Soluções de NPAg em diferentes concentrações

A solução de prata coloidal utilizada no estudo foi previamente caracterizada por Valente (2021), a qual apresentou concentração de  $20 \pm 2$  mg/L de nanopartículas de prata em escala nanométricas de aproximadamente 35 a 40 nm

Para a realização do experimento foram preparadas soluções com diferentes concentrações de Prata Coloidal (10, 15, 20, 25, 50 e 100%), conforme a Tabela 1, a partir da solução de NPAg caracterizada por Valente, 2021 (solução mãe), usando-se como solvente, o Caldo Demi Fraser da marca Merck.

Tabela 1 – Preparo das soluções de NPAg em diferentes concentrações

Proporção adicionada da solução de prata coloidal contendo $20 \pm 2$ mg/L de prata (Ag) (%)	Concentração em prata (Ag) da solução obtida (mg/L)
10	2
15	3
20	4
25	5
50	10
100	20

Fonte: Valente 2021.

## 2.3 Avaliação da sensibilidade de estirpes de *Listeria spp.*

A avaliação da sensibilidade das estirpes de *Listeria spp.* foi realizada pelo método do antibiograma, conforme recomendado pelo *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)* (CLSI, 2018).

Placas contendo Meio Ágar Triptona de Soja da marca Merck foram estriadas usando-se swab embebido em solução contendo suspensão bacteriana de *L. monocytogenes* ATCC 19111, *L. innocua* ATCC 33090 e *L. ivanovi subsp. londoniensis* ATCC BAA-139, preparadas conforme item 2.1. Em seguida foram depositados sobre o meio de cultura discos de 6 mm de diâmetro, previamente autoclavados por 15 minutos a 121 °C,

impregnados com a solução de prata coloidal nas concentrações citadas no item 2.2 por 15 minutos a 25 °C. As placas foram então incubadas a 37 °C por 48 horas.

Um disco comercial contendo o antibiótico ampicilina foi utilizado como controle positivo e um disco impregnado com Meio Caldo Demi Fraser como branco (CLSI, 2018).

A avaliação da sensibilidade de *Listeria spp.* foi avaliada pela determinação do diâmetro da zona de inibição formada ao redor dos discos impregnados com as soluções testes contendo NPAg, o qual foi comparado com medidas padrão estabelecidas por Djenane et al. (2011) que estabelece inibição a partir de halo de pelo menos 9 mm de diâmetro.

## **2.4 Avaliação da ação das NPAg frente a *Listeria spp.* inoculadas em amostras de frango desfiado temperado**

No presente estudo, foi utilizado frango desfiado temperado, obtido pelo processo industrial, envolvendo as etapas de: injeção de salmoura, tambeamento, pré-cozimento, cozimento, desfiagem, embalagem primária, pesagem e selagem.

Para avaliar o efeito antimicrobiano das NPAg frente à *Listeria spp.* selecionou-se a cepa que apresentou maior resistência nas etapas de avaliação da sensibilidade, simulando-se uma pós contaminação das amostras.

As amostras de frango desfiado obtidas de processamento industrial foram previamente pesadas em porções de 100 g, e autoclavadas por 15 minutos a 121 °C para garantia de inocuidade do produto e inoculadas com 1 mL da cultura de *Listeria spp.* que se demonstrou ser mais resistente às NPAg.

O inóculo foi diluído em solução salina e padronizado para 10<sup>6</sup> UFC/mL, garantindo contagem inicial de 10<sup>4</sup> UFC/g no produto, a qual, quando encontrada no alimento, indica possibilidade de desenvolvimento de Listeriose.

Para avaliação da inibição, usou-se a solução de NPAg na concentração mínima inibitória.

Aplicou-se também um teste utilizando-se uma concentração de 33% de nanopartículas de prata (6,5 mg/L), ligeiramente inferior à mínima inibitória.

Após inoculação da espécie de maior resistência e das concentrações de NPAg testadas, as amostras de frango desfiado foram estocadas na temperatura de 2 a 8 °C por até 10 dias.

Imediatamente após a inoculação e nos tempos 2, 6 e 10 dias de armazenamento, a amostras de cada tratamento foram submetidas à determinação da contagem de *Listeria spp.* em placas de petrifilm® EL seguindo as recomendações do fabricante.

## 2.5 Análise de dados

### 2.5.1 Avaliação da sensibilidade de estirpes de *Listeria spp.*

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial, com três repetições. Para a avaliação do diâmetro do halo de inibição foram avaliados os fatores concentração: 2, 3, 4, 5, 10 e 20 mg/L de NPAg, além do controle positivo e do controle negativo; e como segundo fator as espécies, *L. ivanovii*, *L. innocua* e *L. monocytogenes*. Realizou-se a análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

### 2.5.2 Avaliação da ação das NPAg frente a *Listeria spp.* inoculadas em amostras de frango desfiado temperado

Para a análise das contagens de *L. innocua* (UFC/g) em amostras de frango desfiado respostas às concentrações de 6,5 e 10 mg/L de NPAg ao longo do tempo foi realizada análise de regressão utilizando o Microsoft Excel, incluído no Pacote Office 365.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Avaliação da sensibilidade de estirpes de *Listeria spp.*

Na determinação da sensibilidade de *L. monocytogenes*, *L. ivanovii* e *L. innocua* às diferentes concentrações de NPAg, não foi verificada interação significativa entre os fatores estirpes e concentrações de solução de NPAg, sendo os mesmos avaliados isoladamente.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, independente da estirpe avaliada, foi possível constatar inibição, caracterizada por diâmetro do halo maior que 9mm, conforme parâmetros estabelecidos por Djenane et al. (2011), apenas a partir de uma concentração de 10mg/L (50%).

O aumento na concentração da solução de NPAg para 20mg/L não promoveu efeito significativo na inibição das estirpes, não sendo, portanto, recomendado.

Tabela 2 – Diâmetro do halo de inibição das soluções contendo diferentes concentrações de NPAg sobre as estirpes de *Listeria spp.*

Concentração NPAg(mg/L)	Diâmetro do Halo (mm)*
2	6,22 e
3	6,69 de
4	7,16 cd
5	7,86 c
10	9,17 b
20	9,55 b
Branco	6,0 f
Controle Positivo	61 a

Fonte: Dados da Pesquisa

\*Valores médios seguidos pela mesma letra, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. Média de três repetições.

Dalir et al. (2020) encontraram resultado semelhante quanto à concentração inibitória, na avaliação da sensibilidade por impregnação em disco, onde *L. monocytogenes* e *Staphylococcus aureus* ou seja microrganismos Gram-positivos somente passaram a ser inibidos a partir da concentração de 10 mg/L de NPAg. Os autores associam a ação inibitória a partir de concentração mais elevada do agente antimicrobiano devido a estrutura da parede celular dos microrganismos Gram-positivos e sua camada mais espessa de peptidoglicano.

De acordo com Azlin-Hasim et al. (2016), corroboram que a maior resistência dos microrganismos Gram-positivos aos antimicrobianos, em especial as NPAg, está associada às propriedades da estrutura celular, já que estes possuem camada de peptidoglicano mais espessa, o que dificulta ação das NPAg, que envolve penetração na célula bacteriana.

Valente et al. (2021), também observaram maior sensibilidade de microrganismos Gram-negativos, frente às NPAg's, onde todas as estirpes de *Salmonella spp.* expostas, apresentaram sensibilidade e ação efetiva da prata coloidal a partir da concentração de 3 mg/L.

*L. monocytogenes* são microrganismos que geralmente apresentam elevada resistência a antimicrobianos. Segundo Jordan e McAuliffe, (2018), genes *gacH* e *SSI*, indicativo de fator de resistência a situações de estresse, são atribuídos a *L. monocytogenes* como um marcador genético que lhe confere proteção para procedimentos de limpeza.



Em relação às diferentes estirpes estudadas, verificou-se, conforme apresentado na Tabela 3, que *L. innocua* apresentou maior resistência ( $p < 0,05$ ), quando comparado à demais estirpes, uma vez que apresentou menor diâmetro do halo de inibição, independente da concentração da solução de NPAg avaliada. Não foi verificada diferença significativa em relação à inibição de *L. ivanovii* e *L. monocytogenes*, frente às concentrações de NPAg estudadas.

Tabela 3 – Diâmetro do halo de inibição sobre estirpes de *Listeria spp* frente a solução de NPAg

Estirpes	Diâmetro do Halo de inibição (mm)
<i>L. innocua</i>	6,25 b
<i>L. ivanovii</i>	6,78 a
<i>L. monocytogenes</i>	6,75 a
CV (%)	7,53%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey à 5% de probabilidade.

Considerando que *L. innocua* apresentou maior resistência ao antimicrobiano, a estirpe foi selecionada os estudos de simulação de contaminação pós-processamento.

### 3.2 Avaliação da ação das NPAg frente a *L. innocua* previamente inoculadas em amostras de frango desfiado temperado

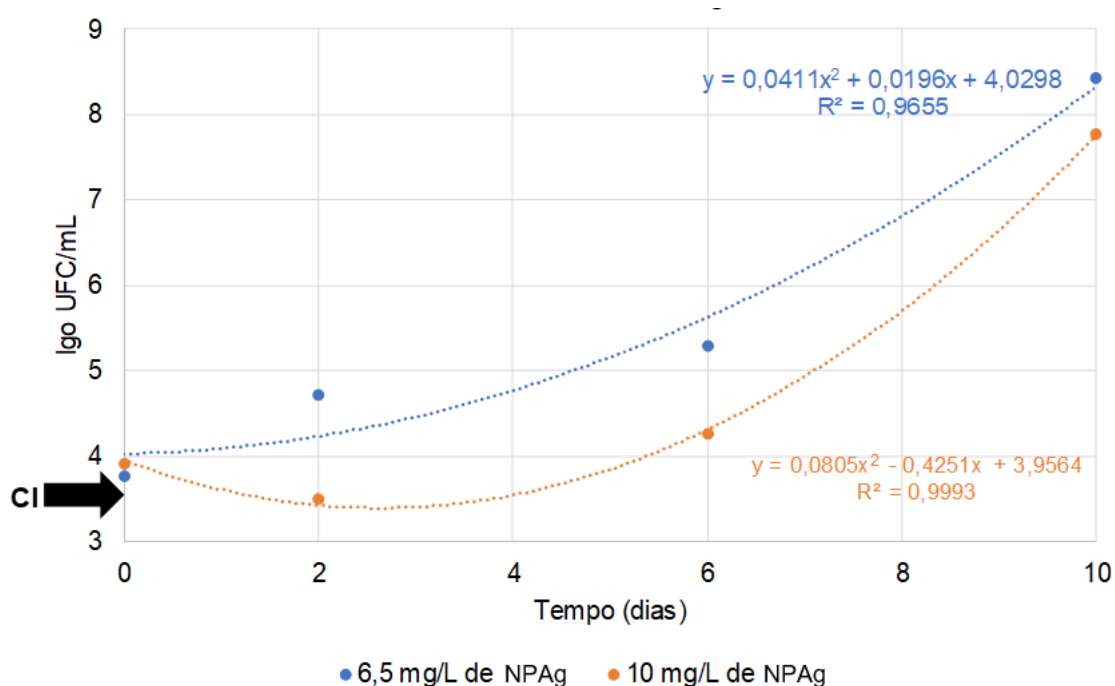
Para a avaliação da efetividade do uso direto de NPAg em amostras de frango desfiado temperado, optou-se por selecionar a cepa que apresentou maior resistência ao antimicrobiano, de forma a garantir que, na eliminação da cepa mais resistente, caso outro contaminante estivesse presente, provavelmente seria também eliminado.

Assim, para a simulação da contaminação pós tratamento térmico, as amostras de frango previamente cozidas e desfiadas, conforme processo adotado pela indústria parceira, foram separadas em porções de 100g, esterilizadas e inoculadas com 1 mL de uma cultura contendo aproximadamente  $10^6$  UFC/mL de *L. innocua*, garantindo uma contagem inicial de  $10^4$  UFC/g no produto final.

Considerando que a concentração mínima inibitória para *L. innocua* foi de 10 mg/L de NPAg, avaliou-se a adição desta concentração e de uma concentração um pouco inferior, de 6,5 mg/L de NPAg.

Observa-se (Figura 2) que na concentração de 10mg/L de NPAg, a contagem inicial permaneceu praticamente constante até o segundo dia de armazenamento em temperatura de refrigeração (2 a 8 °C), enquanto na concentração de 6,5 mg/L de NPAg constatou-se desenvolvimento de *L. innocua* previamente inoculada, com apenas 2 dias de armazenamento sob as mesmas condições.

Figura 2 - Desenvolvimento de *L. innocua* (UFC/g) previamente inoculada, ao longo do armazenamento (2 a 8 °C) de frango desfiado.



Fonte: Dados da Pesquisa

\*CI - Carga Inicial Inoculada no início do experimento.

Média de três repetições

Após 6 dias de armazenamento, independente da concentração de NPAg empregada, houve um aumento da carga microbiana de *L. innocua* inicialmente inoculada, sendo mais acentuado em presença de 6,5mg/L de NPAg, demonstrando que não ocorreu o efeito inibitório esperado, quando as NPAg foram aplicadas diretamente sob amostras de frango desfiado. Entretanto, observou-se a manutenção da carga microbiana inicial inoculada, até aproximadamente 4 dias, na concentração de 10mg/mL de NPAg.

Embora não tenha ocorrido redução, sugere-se que quando a solução de NPAg foi utilizada na concentração de 10mg/L, possa ter acontecido um prolongamento da fase lag

da cultura adicionada, mostrando um desenvolvimento mais lento quando comparado ao desenvolvimento na presença de solução de 6,5mg/L de NPAg.

De acordo com Thakur; Asrani e Patial, 2018, listeria é uma espécie bacteriana que apresenta vários mecanismos de adaptação, como a capacidade de sobrevivência e multiplicação em baixas temperaturas, através da modificação na composição da membrana, resultando num aumento de ácidos graxos insaturados e em melhor fluidez na membrana, além da estimulação da expressão do fator sigma de estresse geral ( $\sigma_B$ ), que levará a transcrição de genes responsáveis por acumular solutos crioprotetores como glicina betaína e carnitina.

Além disso, em estudo realizado por Touche et al. (2023) foi possível verificar que *L. monocytogenes* apresentou capacidade de incorporar, somente em baixa temperatura (5 °C), ácidos graxos a sua membrana e aumentar sua taxa de crescimento, o que segundo os autores requer maior atenção a esse microrganismo em produtos ricos em lipídios e conservados em temperaturas de resfriamento.

De acordo com Matsumura et al. (2003) os íons de prata podem se ligar aos aminoácidos, cloretos, fosfatos e sulfuretos diminuindo assim a ação antimicrobiana da prata quando em contato a produtos processados devido a presença de alta concentração de proteína e sal. Tal característica da prata, aliada às características de adaptabilidade do microrganismo empregado no presente estudo, podem justificar o reduzido efeito da solução de NPAg durante a etapa de avaliação direta nas amostras de peito de frango desfiado, uma vez que o efeito da inibição in vitro tenha sido verificado.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A solução de prata coloidal demonstrou ação antimicrobiana quando em contato direto para a estirpes de *Listeria spp.* na concentração de no mínimo, 10 mg/L de NPAg.

A cepa de *L. innocua* demonstrou maior resistência quando comparada as outras duas estirpes utilizadas no estudo, fato que levou a sua predileção para o teste de simulação de pós contaminação em frango desfiado temperado.

Foi verificado que as NPAg promoveram uma redução na taxa de desenvolvimento de *L. innocua* previamente inoculada às amostras de frango desfiado, até o quarto dia de armazenamento refrigerado, sendo esta mais acentuada na concentração de 10mg/L.

Este trabalho demonstrou importância de se estudar esse microrganismo e seu comportamento na matriz alimentar, devido a seus mecanismos de adaptação a ambientes diversos e a fatores estressantes.

Posteriores estudos se fazem necessários para evidenciar a possibilidade de utilização das nanopartículas de prata em produtos *in natura*, para aumento de *shelf life*, avaliando a possibilidade de utilização dos nanocompósitos em outras etapas da cadeia produtiva.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, ABPA. Relatório Anual 2020. São Paulo: **ABPA**, 2020. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa-relatorioanual2020portuguesweb.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

AZLIN-HASIM, S.; CRUZ-ROMERO, M.C.; MORRIS, M.A.; PADMANABHAN, S.C.; CUMMINS, E.; KERRY, J. P. The Potential Application of Antimicrobial Silver Polyvinyl Chloride Nanocomposite Films to Extend the Shelf-Life of Chicken Breast Fillets. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, p. 1661-1673, 2016.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE, **CLSI**. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests. 13. ed. Pennsylvania, USA, v.38, n.1, 2018.

CUFAOGLU, G.; AMBARCIOGLU, P.; AYAZ, N.D. Meta-analysis of the prevalence of *Listeria spp.* and antibiotic resistant *L. monocytogenes* isolates from foods in Turkey. **LWT – Food Science and Technology**, v.144, p. 1-6, 2021.

DALIR, S.J.B.; DJAHANIANI, H.; NABATI, F.; HEKMATI, M. Characterization and the evaluation of antimicrobial activities of silver nanoparticles biosynthesized from *Carya illinoensis* leaf extract. **Heliyon**, v.6, p.1-7, 2020.

DAS, A.K.; NANDA, P.K.; DAS, A.; BISWAS, S. Hazards and Safety Issues of Meat and Meat Products. **Food Safety and Human Health**, P. 145-168, 2019.

DHAKA, A.; MALI, S. C.; SHARMA, S.; TRIVEDI, R. A review on biological synthesis of Silver nanoparticles and their potential applications. **Results in Chemistry**, v.6, p. 1-21, 2023.

DJENANE, D., YANGÜELA, J., MONTAÑÉS, L., DJERBAL, M., RONCALÉS, P. Antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* and *Satureja montana* essential oils against *Listeria monocytogenes* CECT 935 using laboratory media: efficacy and synergistic potential in minced beef. **Food Control**, v.22, p. 1046-1053, 2011.

JAVED, B.; IKRAM, M.; FAROOQ, F.; SULTANA, T.; MASHWANI, Z.; RAJA, N.I. Biogenesis of silver nanoparticles to treat cancer, diabetes, and microbial infections: a mechanistic overview. **Applied Microbiology and Biotechnology**, p.2261-2275, 2021.

JORDAN, K.; MCAULIFFE, O. *Listeria monocytogenes* in Foods. **Advances in Food and Nutrition Research**, v.86, p.181-213, 2018.

MAMBER, S.W.; MOHR, T.B.; LEATHERS, C.; MBANDI, E.; BRONSTEIN, P.A.; BARLOW, K.; SILVERMAN, M.; ASTON, C.; IZSAK, Y.; SAINI, N.S.; LABARRE, D.; MINOCHA, U.; SMEDRA, J.; LEVINE, P.; KAUSE, J. Occurrence of *Listeria monocytogenes* in Ready-to-Eat Meat and Poultry Product Verification Testing Samples from U.S. Department of Agriculture–Regulated Producing Establishments, 2005 through 2017. **Journal of Food Protection**, v.83, p.1598-1606, 2020.

MATSUMURA, Y.; YOSHIKATA, K.; KUNISAKI, S.; TSUCHIDO, T. Mode of Bactericidal Action of Silver Zeolite and Its Comparison with That of Silver Nitrate. **American Society for Microbiology**, v.69, p.4278-4281, 2003.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>; Acessado em: 29 de novembro de 2023.

RODRÍGUEZ-FELIX, F.; LÓPEZ-COTA, A.G.; MORENO-VÁSQUEZ, M.J.; GRACIANO-VERDUGO, A.Z.; QUINTERO-REYES, I.E.; DEL-TORO-SÁNCHEZ, C.L.; TAPIA-HERNÁNDEZ, J.A. Sustainable-green synthesis of silver nanoparticles using safflower (*Carthamus tinctorius* L.) waste extract and its antibacterial activity. **Heliyon**, v. 7, n. 4, p. 1-11, 2021.

ROTHROCK, M.J.; MICCICHE, A.C.; BODIE, A.R.; RICKE, S.C. *Listeria* Occurrence and Potential Control Strategies in Alternative and Conventional Poultry Processing and Retail. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v.3, p.1-15, 2019.

SANTOS, D.A.; AMARAL, G.V.; SARTORI, F.; SIMAS, J.V. A importância das condições higiênico-sanitárias em abatedouros: Uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p.1-16, 2021.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; GOMES, R.A.R.; OKAZAKI, M.M. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água. 5 ed. São Paulo: **Blucher**, p. 535, 2018.

SKANDAMIS, P.N. *Listeria monocytogenes*. **Encyclopedia of Dairy Sciences** (Third edition), v. 4, p. 305-312, 2022.

TACK, D.M.; RAY, L.; GRIFFIN, P.M.; CIESLAK, P.R.; DUNN, J.; RISSMAN T.; JERVIS, R.; LATHROP, S.; MUSE, A.; DUWELL, M.; SMITH K.; TOBIN-D'ANGELO, M.; VUGIA, D.J.; KUFEL, J.Z.; WOLPERT, B.J.; TAUXE, R.; PAYNE, D.C. Preliminary Incidence and Trends of Infections with Pathogens Transmitted Commonly Through Food — Foodborne Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. Sites, 2016–2019. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 69, p. 509-514, 2020.

THAKUR, M.; ASRANI, R.K.; PATIAL, V. *Listeria monocytogenes*: A Food-Borne Pathogen. **Foodborne Diseases**, p.157-192, 2018.

TOUCHE, C.; HAMCHAQUI, S.; QUILLERÉ, A.; DARSONVAL, M.; DUBOIS-BRISSONNET, F. Growth of *Listeria monocytogenes* is promoted at low temperature when exogenous unsaturated fatty acids are incorporated in its membrane. **Food Microbiology**, p.1-8, 2023.

VALENTE, W. A., **Efeito antimicrobiano de nanopartículas de prata em estirpes de *Salmonella spp.* da cadeia produtiva de frango de corte.** Orientador: Augusto Aloísio Benevenuto Júnior. 2021. 66f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2021.

ZANG, X.; WANG, S.; CHEN, X.; QU, C. Review controlling *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat and poultry products: An overview of outbreaks, current legislations, challenges, and future prospects. **Trends in Food Science & Technology**, v.116, p. 24-35, 2021.